

Mecklenburg-Vorpommern



Zentralabitur 2007

Chemie

Grundkurs

Aufgaben

Hinweise für den Schüler

- Aufgabenauswahl:** Von den 2 Prüfungsblöcken A und B ist einer auszuwählen.
- Bearbeitungszeit:** Die Arbeitszeit beträgt 240 Minuten, zusätzlich stehen 30 Minuten für die Wahl des Prüfungsblockes zur Verfügung.
- Hilfsmittel:**
- nicht programmierbarer Taschenrechner
 - Tafelwerke, die an der Schule verwendet werden
 - Duden oder ein Nachschlagewerk zur Neuregelung der deutschen Rechtschreibung
- Sonstiges:** Die chemische Zeichensprache und die chemischen Gesetzmäßigkeiten sind in angemessener Form anzuwenden, auch wenn es die Aufgabenstellung nicht unmittelbar fordert.
- Die Lösungen sind in sprachlich einwandfreier Form darzustellen.
- Für Berechnungen sind die Tabellenwerte des Anhangs zu nutzen. Der Lösungsweg muss erkennbar sein.
- Die Ergebnisse der Berechnungen sind in einem sinnvollen Antwortsatz zu formulieren.
- Benötigte Chemikalien und Geräte sind schriftlich anzufordern.
- Entwürfe können ergänzend zur Bewertung nur herangezogen werden, wenn sie zusammenhängend konzipiert sind und die Reinschrift etwa Dreiviertel des erkennbar angestrebten Gesamtumfanges entspricht.

Block A**Ionen im Dienste der Pflanzen**

Justus von Liebig erkannte im Jahr 1843, dass die Pflanzen Mineralstoffe zum Wachsen und Gedeihen benötigen. Er sagte:

„Als Prinzip des Ackerbaus muss angesehen werden, dass der Boden in vollem Umfang wiedererhält, was ihm genommen wurde“.

Seither konnten durch gezielten Einsatz von Mineraldünger die Ernteerträge erheblich gesteigert werden.

- | | | |
|-----|---|---------------|
| 1 | Mineralstoffe liegen im Boden in Form gelöster Salze vor. Dabei kommen den Ammonium-Ionen, Sulfat-Ionen, Carbonat-Ionen und Chlorid-Ionen eine besondere Bedeutung zu. Auch Kalium-, Calcium- und Magnesium-Ionen werden in größeren Mengen als Nährstoffe gebraucht. | (12BE) |
| 1.1 | Experiment:
Weisen Sie im vorliegenden Salzmisch die drei zusammengesetzten Ionen nach!
Fordern Sie schriftlich die notwendigen Chemikalien für den Nachweis an und protokollieren Sie! | 6 BE |
| 1.2 | Geben Sie für die Nachweise die Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise an!
Bestimmen Sie die Reaktionsarten und begründen Sie! | 6 BE |
| 2 | Unter den Nährsalzen spielen die Stickstoffverbindungen eine wichtige Rolle für das Pflanzenwachstum. | (18BE) |
| 2.1 | Berechnen Sie den prozentualen Anteil an Stickstoff im Ammoniumchlorid und im Ammoniumnitrat!
Vergleichen und werten Sie die Ergebnisse! | 3 BE |
| 2.2 | Zur Herstellung von Ammoniumnitrat werden die Stoffe Ammoniak und Salpetersäure verwendet.
Erläutern Sie am Beispiel der Reaktion des Ammoniaks mit Wasser die Säure-Base-Theorie nach Brönsted!
Entwickeln Sie für die Reaktion der Salpetersäure mit Wasser die Reaktionsgleichung und geben Sie die korrespondierenden Säure-Base-Paare an!
Vergleichen Sie die Funktion des Wassers in beiden chemischen Reaktionen! | 6 BE |
| 2.3 | Eine chemische Fabrik produziert jährlich 50000 Tonnen Ammoniumnitrat.
Berechnen Sie die Masse an Ammoniak, die zur Produktion eingesetzt werden muss! | 4 BE |
| 2.4 | Berechnen Sie die molare Reaktionsenthalpie für die Herstellung von Ammoniumnitrat aus Ammoniak und Salpetersäure! | 2 BE |
| 2.5 | Um die Ausbeute zu steigern wird gekühlt.
Berechnen Sie die Masse an Kühlwasser, die zur Herstellung von einer Tonne Ammoniumnitrat benötigt wird, wenn sich das Kühlwasser von 10 °C auf 45 °C erwärmt! | 3 BE |

- 3 Weltweit werden jährlich etwa 120 Millionen Tonnen Ammoniak produziert. (6BE)
80% werden zur Herstellung von Düngemitteln verwendet.
Ammoniak wird aus den Elementen nach folgender Gleichung dargestellt:
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \quad ; \Delta_{\text{R}}H_{\text{m}} = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
- 3.1 Formulieren Sie für diese Reaktion das Massenwirkungsgesetz! 6 BE
Geben Sie unter Berücksichtigung des Prinzips von Le Chatelier Möglichkeiten für die Erhöhung der Ausbeute an Ammoniak an, begründen Sie!
Für die technische Ammoniaksynthese wird ein Katalysator eingesetzt.
Erläutern Sie die Wirkungsweise eines Katalysators! (4BE)
- 4 Pflanzen geben mit der Aufnahme von Nährstoffen Hydronium-Ionen an den Boden ab. Werden die mineralischen Nährstoffe nicht wieder ersetzt, kann der Boden versauern. Das wird gefördert durch den Eintrag säurebildender Stoffe wie Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid.
- 4.1 Stickstoffdioxid reagiert nach folgender Reaktionsgleichung: 2 BE
$$\dots\text{NO}_2 + \dots\text{O}_2 + \dots\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots\text{HNO}_3$$

Bestimmen Sie die Oxidationszahlen und vervollständigen Sie die Reaktionsgleichung!
- 4.2 Begründen Sie, warum Ammoniumchlorid zur pH-Wert – Korrektur eines übersäuerten Bodens nicht geeignet ist! 2 BE

Block B**Das Geheimnis der Elektrolyte**

- 1 Elektrochemische Vorgänge sind gebunden an Leitungsvorgänge, bei denen der Ladungstransport durch freibewegliche elektrisch geladene Teilchen erfolgt. Elektrolyte sind Stoffe, die unter bestimmten Bedingungen einen solchen Ladungstransport ermöglichen. Sie spielen in unserem Leben eine große Rolle. So regulieren Elektrolyte z.B. unsere Körperfunktionen; dienen uns in Batterien und Akkumulatoren. Sie sind aber auch an Korrosionsvorgängen beteiligt und damit für die Zerstörung von metallischen Werkstoffen verantwortlich. (21BE)
- 1.1 Man unterscheidet zwischen echten und potentiellen Elektrolyten. Definieren Sie die Begriffe echter und potentieller Elektrolyt! Ordnen Sie die nachstehenden Stoffe den echten bzw. potentiellen Elektrolyten zu und begründen Sie Ihre Entscheidung: Natriumchlorid, Ammoniak, Calciumhydroxid, Chlorwasserstoffgas und Ameisensäure (Methansäure)! 7 BE
- 1.2 Erläutern Sie die Vorgänge des Lösens von Natriumchlorid in Wasser mit Hilfe der Teilchenvorstellung! Ermitteln Sie rechnerisch die sich ergebende Temperaturänderung der Lösung, wenn 10 g Natriumchlorid in 100 ml Wasser gelöst werden! ($\Delta_f H_m = -9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)! Begründen Sie folgende Behauptung: Das Lösen potentieller Elektrolyte ist in der Regel exotherm! 5 BE
- 1.3 Einige Elektrolytlösungen reagieren sauer oder basisch. Stellen Sie für die Reaktion von Chlorwasserstoffgas mit Wasser die Reaktionsgleichung auf! Bestimmen Sie die Reaktionsart und erläutern Sie diese! Berechnen Sie die Konzentration einer Salzsäurelösung mit einem pH-Wert von $\text{pH} = 1,5$! 6 BE
- 1.4 **Experiment:** Tauchen Sie einen Filterpapierstreifen in Kaliumnitratlösung und bringen Sie diesen in einen Stromkreis! Legen Sie nun, in die Mitte des Streifens zwischen die beiden Elektroden einen Kaliumpermanganatkristall! Nachdem sich ein violetter Hof gebildet hat, legen Sie eine Gleichspannung von 8 Volt an! Notieren Sie Ihre Beobachtung und erklären Sie diese! 3 BE
- 2 Die im galvanischen Element sowie in der Elektrolysezelle ablaufenden Reaktionen sind Redoxreaktionen. (11BE)
- 2.1 Entscheiden Sie, welche der gegebenen Reaktionen ablaufen und begründen Sie Ihre Entscheidung! 5 BE
- a) $\text{Pb} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{Ni}$
- b) $\text{Cu}^{2+} + \text{Cd} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Cd}^{2+}$
- c) $3 \text{Co} + 2 \text{Cr}^{3+} \rightleftharpoons 3 \text{Co}^{2+} + 2 \text{Cr}$
- d) $\text{Ni} + \text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{Sn}$
- Erläutern Sie die wesentlichen Merkmale der Redoxreaktion! Formulieren Sie dazu für eine der ablaufenden Reaktionen die Teilreaktionen Oxidation und Reduktion und bestimmen Sie die korrespondierenden Redoxpaare!

- 2.2 Nennen Sie je ein Beispiel für ein starkes Oxidations- und ein starkes Reduktionsmittel! 3 BE
Begründen Sie Ihre Entscheidung!
- 2.3 Elektrochemische Reaktionen nutzt man auch beim Entwickeln von Fotos. 3 BE
Das Fixierbad enthält Silber-Ionen. Durch Zusatz von Zink werden sie als Silber zurück gewonnen.
Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung!
Berechnen Sie die Masse an Zinkpulver, die mindestens eingesetzt werden muss, um aus 25 Liter gebrauchtem Fixierbad mit einem Silberanteil von $4 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, Silber zu fällen!
- 3 Elektrochemische Vorgänge bilden die Grundlage für die Ausbildung eines galvanischen Elementes und für die Elektrolyse. **(8 BE)**
Eine Halbzelle, bestehend aus einem Kupferstab, der in eine Kupfer(II)-salzlösung taucht, wird gegen eine Halbzelle aus einem Silberstab, der in eine Silber(I)-salzlösung taucht, geschaltet.
- 3.1 Skizzieren und beschriften Sie einen zur Messung der Spannung geeigneten Versuchsaufbau! 4 BE
Berechnen Sie die Zellspannung unter Standardbedingungen!
- 3.2 Viele Stoffe, wie Aluminium, Kupfer und Zink werden auf elektrochemischem Wege hergestellt. 4 BE
Zur Herstellung von Elektrolytzink wird eine Leistung von 3000 kW benötigt.
Berechnen Sie die Masse des in 24 Stunden produzierten Zinks, wenn für unvermeidbare Nebenreaktionen 10 % der aufgewendeten Elektrizitätsmenge erforderlich sind! Die Badspannung beträgt 4,5 V.

Anhang

Standardelektrodenpotentiale (alphabetisch geordnet)

Element/Verbindung	oxidierte Form \rightleftharpoons reduzierte Form	E° in V
Aluminium	$\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	- 1,66
Blei	$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}_{(\text{s})}$	- 0,13
Cadmium	$\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd}$	- 0,23
Chlor	$\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	1,36
Chrom	$\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}$	- 0,74
Cobalt	$\text{Co}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}_{(\text{s})}$	- 0,28
Eisen	$\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}_{(\text{s})}$	- 0,41
	$\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$	0,77
Gold	$\text{Au}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}_{(\text{s})}$	1,41
Kupfer	$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_{(\text{s})}$	0,35
Magnesium	$\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}_{(\text{s})}$	- 2,36
Nickel	$\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}_{(\text{s})}$	- 0,23
Silber	$\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	0,80
Wasserstoff (pH = 0)	$2 \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})}$	0,00
Wasserstoff (pH = 7)	$2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_{2(\text{g})} + 2 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$	- 0,41
Zink	$\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	- 0,76
Zinn	$\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}$	- 0,14

Thermodynamische Daten

	Formel	Zustand	molare Standard-Bildungsenthalpie $\Delta_{\text{B}}H^0_{\text{m}}$ in $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	molare Standard-entropie S^0_{m} in $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Ammoniak	NH_3	g	-46,1	192,2
Ammoniumnitrat	NH_4NO_3	s	-366	151
Chlorwasserstoff	HCl	g	-92	187
Kohlendioxid	CO_2	g	-393	214
Salpetersäure	HNO_3	g	-174	156
Sauerstoff	O_2	g	0	205
Wasser	H_2O	g	-242	189
Wasser	H_2O	l	-286	70

Säurekonstanten und Basekonstanten bei 22° C

Formel der Säure	Säurekonstante K_S in $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	Formel der Base	Basekonstante K_B in $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$
CH_3COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	CH_3COO^-	$5,6 \cdot 10^{-10}$
HCl	$1,0 \cdot 10^7$	Cl^-	$1,0 \cdot 10^{-21}$
H_2SO_4	$1,0 \cdot 10^3$	HSO_4^-	$1,0 \cdot 10^{-17}$
HSO_4^-	$1,2 \cdot 10^{-2}$	SO_4^{2-}	$8,3 \cdot 10^{-13}$
H_3O^+	$5,5 \cdot 10^1$	H_2O	$1,8 \cdot 10^{-16}$
H_2O	$1,8 \cdot 10^{-16}$	OH^-	$5,5 \cdot 10^1$
H_2CO_3	$3,0 \cdot 10^{-7}$	HCO_3^-	$3,3 \cdot 10^{-8}$
HCO_3^-	$4,0 \cdot 10^{-11}$	CO_3^{2-}	$2,5 \cdot 10^{-4}$
NH_4^+	$5,6 \cdot 10^{-10}$	NH_3	$1,8 \cdot 10^{-5}$
HNO_3	$2,1 \cdot 10^1$	NO_3^-	$4,8 \cdot 10^{-16}$

Löslichkeitsprodukte bei 25°C

Name	Formel	Zahlenwert	Einheit
Bariumcarbonat	BaCO_3	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$\text{mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$
Bariumsulfat	BaSO_4	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$\text{mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$
Calciumcarbonat	CaCO_3	$4,8 \cdot 10^{-9}$	$\text{mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$
Silberchlorid	AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$\text{mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$

Normbedingungen: $T_n = 273 \text{ K}$; $p_n = 101,3 \text{ kPa}$

Faradaysches Gesetz: $I \cdot t = n \cdot F \cdot z$; Faraday-Konstante: $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$F = 26,8 \text{ Ah} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Kalorimetergleichung: $\Delta_R H_m = - \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \cdot c_p(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T}{n}$;

$$c_p(\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Volumenarbeit: $W_m = -p \cdot \Delta V_m$